

УДК 655.218:778.182+655.027

ТОЧНІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ ПЛОЩІ КВАДРАТНОГО РАСТРОВОГО ЕЛЕМЕНТА ПРИ ДИСКРЕТНОМУ ФОРМУВАННІ

М. М. Логойда

Українська академія друкарства,
вул. Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна

Розглянуто задачу визначення точності відтворення площі квадратного растрового елемента, сформованого з послідовності рядків різної довжини. Проведено аналіз впливу форми растрового елемента на властивості процесу растрування.

Ключові слова: растрування, растровий елемент, мікросмужки, дискретне відтворення, точність, тонопередача.

Постановка проблеми. Для високоякісного кольорового друку та репродукції велике значення має процес растрування, тобто перетворення оптичної щільності оригіналу у растровий елемент заданої форми, розміру та розташування. На сьогодні технологія растрування зазнала великих змін завдяки використанню комп'ютерних засобів та розвитку інформаційних технологій в поліграфії. Розроблено нові альтернативні способи і технології растрування, які покращують якість одержання репродукції. Операцією цифрового растрування у насвітлювальному пристрої керує растровий процесор — RIP, який на основі даних сканованого і перетвореного зображення виробляє сигнали управління лазерним променем, формуючи растрові елементи з заданою розмірністю та формою [1; 2].

Растрування — це процес перетворення тонових зображень у мікроштрихове у вигляді двовимірною масиву крапок або елементів іншої форми. Під час споглядання зі звичайної відстані растрові елементи настільки малі, що значення тону усереднюється і для ока людини створюється вираження сірого тону. Градації тональності на зображенні мають ілюзорний, штучний характер і сприймаються як неперервні [2–4].

Сучасну технологію растрування поділяють за методами модулювання тональності зображення. Виділено три параметри, які впливають на моделювання візуальної оптичної густини на відбитковій [2; 3; 5]: товщина фарбового шару (амплітудно-імпульсна модуляція — АІМ), розмір растрового елемента (широтно-імпульсна — ШІМ) та частота появи растрового елемента (частотно-імпульсна модуляція — ЧІМ).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У джерелах [6–8] зазначено, що проблема вибору класичних та альтернативних способів растрування обумовлена специфікою дискретного формування растрових елементів різної форми, технологією підготовки і виготовлення форм, друку та відсутністю чітких критеріїв оцінки якості і порівняння ефективності різних методів. Форми растрових елементів можуть бути різними, але здебільшого використовують основні — такі, як квадратна, кругла, ромбоподібна, еліптична. Геометрична форма растрового елемента значною мірою впливає на якість друкованої продукції, особливо на такі характеристики, як розтискування фарби і мінімальний відсо-

ток растрової точки, що піддається копіюванню на форму. Багато друкарень традиційно працює тільки з квадратною або овальною точкою. Сучасні вивідні пристрої дозволяють використовувати більш складні алгоритми синтезу растрового елемента, що забезпечує мінімальне розтискування та високу якість продукції [2; 3; 7]. Досягається це за рахунок зміни форми залежно від площі елемента: у світлі зображення елемент круглий або овальний, у тінях — круглий, у півтонах — квадратний або ромбічний. До прикладу, квадратні растрові елементи часто застосовуються у високоякісних кольорових рекламних виданнях. Однак задача аналізу впливу форми растрового елемента на властивості процесу растрування в аналітичному плані мало досліджена, а отже, актуальна. Зауважимо, що перетворення півтонових зображень у растрову форму супроводжується рядом явищ, які обумовлені самою природою фотохімічного растрування, що значною мірою погіршують параметри репродукції, наприклад, розміри і форму растрових елементів на формі [2; 5].

Мета статті. Визначення та проведення аналізу точності площі як основного інформаційного параметра дискретного растрового перетворення для квадратного растрового елемента, сформованого з послідовності рядків різної довжини у растровій комірці із заданою розмірністю.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування растрових елементів відбувається за допомогою паралельних рядків (смужок) різної довжини. На рис. 1 представлено схему дискретного формування растрових елементів квадратної (квадрато-подібної) форми з нерегулярною структурою на світлому діапазоні тонопередачі у растровій комірці розмірністю 8×8 .

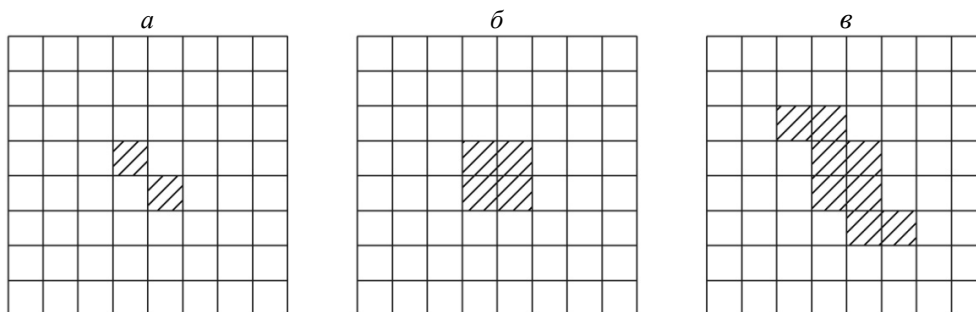


Рис. 1. Схема дискретного формування растрових елементів квадратної форми на світлому діапазоні тонопередачі

На рис. 1 *a* подано растровий елемент, сформований за допомогою двох елементів довжиною одна дискретна одиниця, а на рис. 1 *б* формування растрового елемента відбувається з двох рядків, довжина яких — дві дискретні одиниці. На рис. 1 *в* формування растрового елемента здійснено за допомогою чотирьох рядків, довжина кожного становить дві дискретні одиниці.

Для визначення точності відтворення площі квадратного растрового елемента, утвореного послідовністю рядків різної довжини у растровій комірці, сформулюємо такі припущення: поліграфічне растрове перетворення є просторовою двовимірною дискретизацією; носієм тональності у растровому

зображенні є площа растрового елемента; формування растрового елемента здійснюється послідовністю суцільних рядків (смужок) різної довжини; існує регулярне симетричне розташування послідовності рядків за двома координатами, растрова комірка містить ціле число смужок.

На рис. 2 подано схему дискретного формування растрових елементів квадратної форми з нерегулярною структурою на середньому діапазоні тонопередачі. Формування растрових елементів відбувається, як на вищенаведеному рисунку, за допомогою паралельних рядків різної довжини.

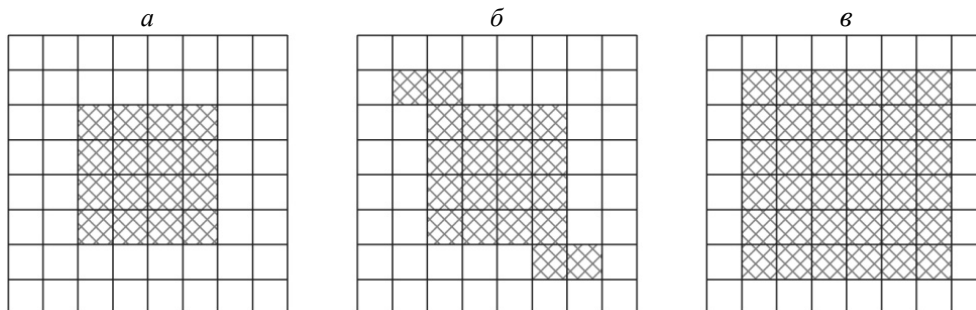


Рис. 2. Схема дискретного формування растрових елементів квадратної форми на середньому діапазоні тонопередачі

На рис. 2 *а* формування растрового елемента відбувається за допомогою чотирьох рядків довжиною чотири дискретні одиниці. Однак наступний растровий елемент (рис. 2 *б*) сформований із шести смужок — двох довжиною дві та чотирьох довжиною чотири дискретні одиниці. Растровий елемент на рис. 2 *в* сформований із шести рядків, довжина кожного з яких становить шість дискретних одиниць.

На рис. 3 відображено схему дискретного формування растрових елементів квадратної форми з нерегулярною структурою в тінях. Растровий елемент формується за допомогою паралельних смужок різної довжини, для растрової комірки розмірністю 8×8 .

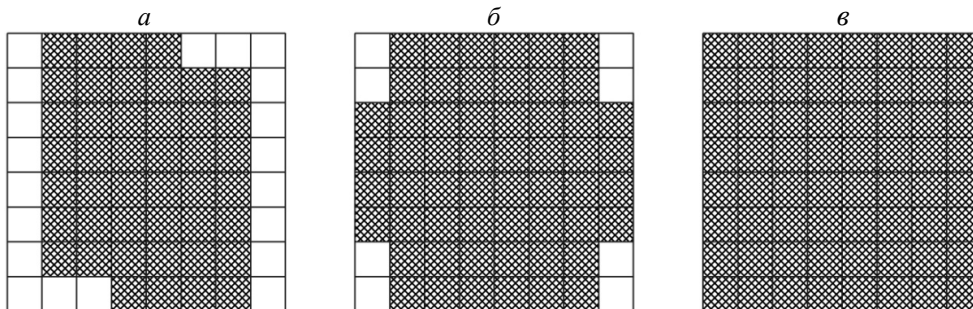


Рис. 3. Схема дискретного формування растрових елементів квадратної форми в тінях

Подана на рис. 3 *а* схема відображає формування растрового елемента за допомогою восьми рядків; довжина двох становить чотири дискретні одиниці, а шести інших — шість дискретних одиниць. Формування растрового елемента

на рис. 3 б відбувається вісьмома рядками: з чотирьох рядків довжиною по шість і вісім дискретних одиниць. Рис. 3 в відображає растровий елемент, створений з восьми смужок довжиною вісім дискретних одиниць. Слід також зазначити, що всі растрові елементи, які сформовані з рядків, через свою нерегулярну структуру наближено відтворюють квадратну форму.

Для зручності аналізу за одиницю вимірювання площі приймаємо площу елементарного мікроелемента одиничних розмірів 1×1, який відповідає кроку сітки растрової комірки. Тоді незалежно від місця розташування елементарного мікроелемента одиничних розмірів дискретне значення її площі

$$S_{ij}^* = 1 \text{ доп}, \tag{1}$$

де доп — дискретне одиничне вимірювання площі (зірочкою позначено дискретне значення площі одного елементарного рядка).

За схемою рис. 1–3 визначимо довжину відрізків рядків мікросмужок, які подамо таким чином:

$$w_1, w_2, w_3, \dots, w_n, \tag{2}$$

де n — кількість рядків, з яких формуються растрові елементи комірки.

Потрібно зазначити, що окрема довжина відрізків (2) для кожного рядка залежно від розмірів растрового елемента і розмірності растрової комірки може приймати нульове значення. Якщо розмірність растрової комірки має однакові розміри по осі x та y ($n \times n$), то площа смужки для довільного рядка

$$S_i = w_i, i = 1, 2, 3, \dots, n. \tag{3}$$

За таких умов загальна площа растрового елемента при її відтворенні послідовністю рядків смужок дорівнюватиме сумі площ рядків:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n w_i, i = 1, 2, 3, \dots, n. \tag{4}$$

Таблиця 1

Результати визначення площі при дискретному формуванні растрового елемента квадратної форми в тінях, на світлому та середньому діапазоні тонопередачі і растрової комірки розмірністю 8×8

<i>Світлий діапазон тонопередачі</i>																								
1	2								3								4							
Послідовність рядків, n	<i>a</i>								<i>b</i>								<i>v</i>							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Площа рядка $S_i, \text{ доп}$	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
Загальна площа $S, \text{ доп}$	2								4								8							
<i>Середній діапазон тонопередачі</i>																								
Послідовність рядків, n	<i>a</i>								<i>b</i>								<i>v</i>							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8

Продовження табл. 1

1	2								3								4							
Площа рядка $S_i, \text{доп}$	0	0	4	4	4	4	0	0	0	2	4	4	4	4	2	0	0	6	6	6	6	6	6	0
Загальна площа $S, \text{доп}$	16								20								36							
<i>Тоновідтворення в тінях</i>																								
Послідовність рядків, n	<i>а</i>								<i>б</i>								<i>в</i>							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Площа рядка $S_i, \text{доп}$	4	6	6	6	6	6	6	4	6	6	8	8	8	8	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
Загальна площа $S, \text{доп}$	44								56								64							

Для прикладу, у табл. 1 подано результати визначення площі растрового елемента, сформованого за допомогою рядків мікросмужок для растрового елемента квадратної форми на світлому, середньому діапазоні тонопередачі та у тінях (рис. 1, 2 та 3 відповідно) при розмірності растрової комірки 8×8 . У табл. 1 відображаються дані площ рядків смужок для послідовності рядків і сумарна площа растрового елемента й за нею чітко простежується симетричність форми растрового елемента.

Формування смужок растрового елемента здійснюється розгортанням за рядками, з допомогою біжучого лазерного променя. Управління довжиною рядка здійснюється способом включення і наступного відхилення променя. За таких умов розгортки точність довжини сформованого рядка визначається абсолютною похибкою, яка може знаходитись у межах одного розряду растрової сітки комірки:

$$0 \leq \Delta S_i \leq 1, \quad (5)$$

де максимальне значення ΔS відповідає площі елементарного рядка одиничних розмірів 1×1 і не залежить від довжини рядка.

Здебільшого при рядковій розгортці здійснюється синхронізація рядка від давача початку розгортки. За таких умов похибка відтворення довжини відрізка рядка становить половину розряду сітки комірки:

$$\Delta S_i = 0,5 \text{ доп}. \quad (6)$$

За виразом (4) визначимо загальну площу растрового елемента при її формуванні послідовністю рядків смужок з урахуванням похибок:

$$S_e = S_1 + \Delta S_1 + S_2 + \Delta S_2 + S_3 + \Delta S_3 + \dots + S_n + \Delta S_n. \quad (7)$$

Звідси абсолютна похибка за площею растрового елемента, сформованого з послідовності рядків,

$$\Delta S_i = \sum_{i=1}^n \Delta S_i, i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (8)$$

де n — число рядків, з яких сформовано растровий елемент.

Припустимо, що абсолютна похибка відтворення кожного рядка (6) є однаковою, одержимо граничне значення абсолютної похибки за площею растрового елемента, створеного з послідовності рядків (8), яке матиме вигляд

$$\Delta S_z = 0,5 \times n \text{ дон.} \quad (9)$$

Отже, із збільшенням кількості рядків у растровому елементі абсолютна похибка за площею накопичується. Максимальне значення абсолютної похибки за площею отримуємо при повному заповненні растрової комірки рядками:

$$\Delta S_{\text{макс}} = 0,5 \times N \text{ дон,} \quad (10)$$

де N — число рядків, яке відповідає розмірності растрової комірки.

Отже, максимальне значення абсолютної похибки за площею пропорційне розмірності растрової комірки. Збільшення абсолютної похибки при підвищенні розмірності растрової комірки обумовлене зростанням числа рядків і неточністю довжин відрізків смужок, з яких формуються растровий елемент і растрова комірка.

Наступною важливою оцінкою точності відтворення площі растрового елемента, утвореного з послідовності рядків, є відносна похибка за площею, яку подають в процентах. Якщо відома абсолютна похибка (8), то відносна похибка за площею растрового елемента

$$\delta S = \frac{100}{S} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta S_i \%, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (11)$$

де S — площа сформованого елемента з послідовності рядків.

Загалом у поліграфії послуговуються приведеною похибкою за площею растрового елемента:

$$\delta S_{\Pi} = \frac{100}{S_k} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta S_i \%, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (12)$$

де S_k — площа растрової комірки, в якій сформовано растровий елемент.

Максимальне значення приведеної похибки за площею настає при повному заповненні растрової комірки рядками:

$$\delta S_{\Pi \text{ макс}} = \frac{0,5}{N} \cdot 100\% \cdot \quad (13)$$

Отже, максимальне значення приведеної похибки за площею обернено пропорційне розмірності растрової комірки. Растрові комірки високої розмірності забезпечують більш точне формування растрових елементів за площею.

Таблиця 2

Результати розрахунку похибок за площею при дискретному формуванні растрових елементів квадратної форми на світлому, середньому діапазонах тонопередачі і тінях у растровій комірці 8×8

Послідовність рядків n	Площа рядків S_i , доп на світлому діапазоні тонопередачі			Площа рядків S_i , доп на середньому діапазоні тонопередачі			Площа рядків S_i , доп в тінях		
	a	b	v	a	b	v	a	b	v
1							4	6	8
2					2	6	6	6	8
3			2	4	4	6	6	8	8
4	1	2	2	4	4	6	6	8	8
5	1	2	2	4	4	6	6	8	8
6			2	4	4	6	6	8	8
7					2	6	6	6	8
8							4	6	8
Площа елемента S , доп	2	4	8	16	20	36	44	56	64
Абсолютна похибка ΔS , доп	1	1	2	2	3	3	4	4	4
Відносна похибка δS , %	50	25	25	12,5	15	8,33	9,09	7,14	6,25
Приведена похибка $\delta S_{\text{п}}$, %	25	25	12,5	12,5	8,3	8,3	6,25	6,25	6,25

Висновки. Таким чином, на основі проведених обчислень, результати котрих подано у табл. 2, доходимо висновку, що точність відтворення площі квадратного растрового елемента при дискретному формуванні залежить від площі растрового елемента. Найбільша абсолютна похибка за площею растрового елемента є в тінях, становить 4 доп , а найменша — на світлому діапазоні — 1 доп . Найбільшого значення відносна похибка досягає на світлому діапазоні тонопередачі — 25 %, що, в свою чергу, не відповідає нормативним вимогам до якості книжкової та журнальної продукції. Отож, значення приведеної похибки варіюються від 6,25 % в тінях, до 25 % у світлому діапазоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блатнер Д. Сканирование и растривание изображений / Д. Блатнер, Г. Флейман, С. Рот. — М. : ЭКОМ, 1999. — 400 с.
2. Шовгенюк М. В. Ввід і вивід зображень в комп'ютерних видавничих системах / М. В. Шовгенюк, В. Є. Білоус, І. З. Миклушка, В. О. Дудяк. — Львів : Укр. акад. друкарства, 1998. — 144 с.
3. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изобразительной информации / Ю. В. Кузнецов. — СПб. : Петерб. ин-т печати, 2002. — 312 с.
4. Луцків М. М. Цифрові технології друкарств : моногр. / М. М. Луцків — Львів : Укр. акад. друкарства, 2012. — 488 с.

5. Предко Л. С. Проектування додрукарських процесів : навч. посіб. / Л. С. Предко. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2009. — 352 с.
6. Барановський І. В. Побудова і аналіз характеристик растрування / І. В. Барановський, М. М. Луцків, Л. В. Філь, Г. А. Чернозубова // Наукові записки [Українська академія друкарства]. — 2013. — № 3 (44). — С. 102–110.
7. Донни О'Квин. Допечатная подготовка. Руководство дизайнера / Донни О'Квин. — М., СПб., К. : Вильямс, 2001. — 592 с.
8. Ковальський Б. Дослідження градаційних характеристик фотоформ растрового зображення з модульованою частотою : зб. наук. пр. / Б. Ковальський, Н. Писанчин, М. Шовгенюк // Комп'ютерні технології друкарства. — 2005. — С. 241–243.

REFERENCES

1. Blatner D. (1999), Scanning and square dots process in the image, JeKOM, Moscow.
2. Shovgeniuk M. V. (1998), Input and output of images in computer publishing systems, UAP Press, Lviv.
3. Kuznetsov Ju. (2002), V. Technology of image information procession: Petersburg Institute of Printing Press, Saint Petersburg.
4. Lutskiv M. M. (2012), Digital technologies of monograph printing, UAP Press, Lviv.
5. Predko L. S. (2009), Projecting on printing processes: a manual, UAP Press, Lviv.
6. Baranov's'kyj I. V. (2013), Structure and analysis of square dots characteristics, Scientific Papers [Ukrainian Academy of Printing], No.3 (44), pp. 102–110.
7. Donni O'Kvin (2001), Preprinting preparation. A designer's guide, Williams, Moscow, Saint Petersburg, Kyiv.
8. Koval's'kyj B. (2005), Research on the photoform gradational characteristics of a square dots image with a modulated frequency, Computer technologies of printing, pp. 241–243.

THE ACCURACY OF THE AREA REPRODUCTION OF SQUARE DOTS IN THE DISCRETE FORMATION

M. M. Logoyda

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine
Logoyda47@ukr.net*

The article explores the problem of determining of the circular dots area reproduction accuracy, formed by different line lengths in sequence. The analysis of the influence of the screen elements shape on the properties of the screening process has been conducted.

Keywords: *screening, raster element, microstrip, discrete reproduction, accuracy, tone reproduction.*

Стаття надійшла до редакції 11.12.2014.

Received 11.12.2014.